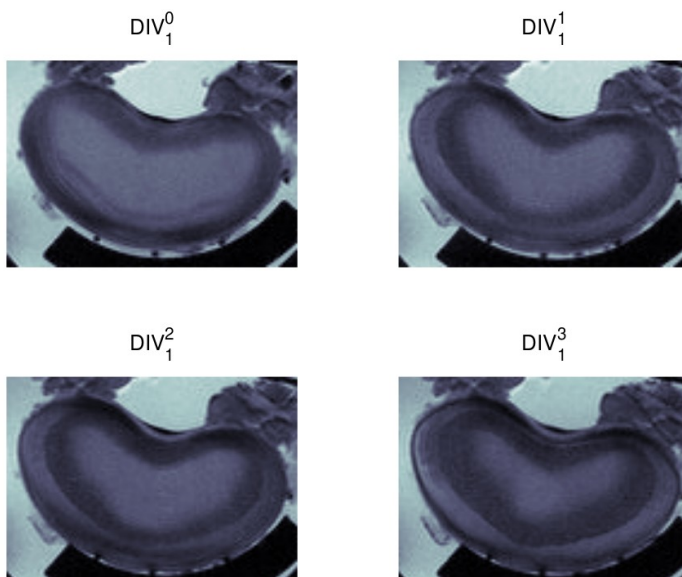


Modèles poro-élastiques du comportement mécanique des tissus mous.

Olivier Boiron

Aix Marseille University, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

La théorie poroélastique est la théorie du comportement élastique de milieux poreux *i.e.* de milieux dont la composition peut être représentée par l'addition d'une matrice solide et de pores qui peuvent être eux mêmes interconnectés ou non et partiellement ou totalement saturés par une phase liquide. La structure de nombreux tissus biologiques peut être ramenée à une description de ce type avec dans le cas le plus simple la matrice extracellulaire, ou MEC, jouant le rôle de squelette solide et l'eau interstitielle celui de la phase liquide saturée. Ces modèles sont utilisés avec succès pour décrire le comportement de nombreux tissus comme par exemple les tissus osseux, cartilagineux ou les encore les organes mous. Nous avons utilisé cette approche pour modéliser le couplage entre le comportement mécanique et le transport de nutriments au sein d'un tissu très singulier, un fibrocartilage situé au sein de la colonne vertébrale, le disque intervertébral (DIV). Cet organe assure la jonction entre deux corps vertébraux adjacents. Il confère au rachis sa cohésion en liant les surfaces articulaires des corps vertébraux entre elles et sa mobilité car c'est un tissu très déformable. Plusieurs modèles de comportement multiphysiques de ce tissu très hétérogène ont été développés avec des degrés divers de sophistication. Ces modèles prennent tous en compte la pression interne d'origine électrochimique et des équations de transport au sein de la phase liquide des principaux nutriments (oxygène, glucose et lactate) impliqués dans le métabolisme des cellules discales, les chondrocytes. Nous avons pu ainsi mettre en évidence le couplage entre comportement biomécanique et efficacité des processus nutritionnels et le rôle central tenu dans ces tissus par la porosité. Parallèlement à ces études théoriques et numériques nous présenterons les travaux expérimentaux que nous avons mis en place pour valider les résultats précédents. Ces études sont menées en collaboration avec le Centre de Résonance Magnétique pour la Biologie et la Médecine (CNRS UMR7339), l'Institut Fresnel (CNRS UMR6133) et le service de chirurgie vertébrale de l'AP-HM La Timone.



Coupe transverse d'un disque intervertébral porcin sous divers états de compression axiale. L'IRM est pondérée en densité de proton, le niveaux de gris code la porosité du milieu. Au repos (DIV_1^0) l'eau est essentiellement contenue dans la partie centrale (le noyau pulpeux), sous contrainte elle est progressivement chassée en périphérie dans l'anneau fibreux où elle est évacuée vers l'extérieur.

Ghiss et al. (2016). Quantitative MRI water content mapping of porcine intervertebral disc during axial compression. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 19-10, 1079-1088